

SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE MIXTE ONDULEUR ET CONVERTISSEUR ALTERNATIF-CONTINU

Patent number: FR2738411

Publication date: 1997-03-07

Inventor: FERRIEUX JEAN PAUL; CHAUCHAT BERTRAND; BRUNELLO MARC; DELBOSC PHILIPPE; RICHER DIDIER

Applicant: RENAULT (FR)

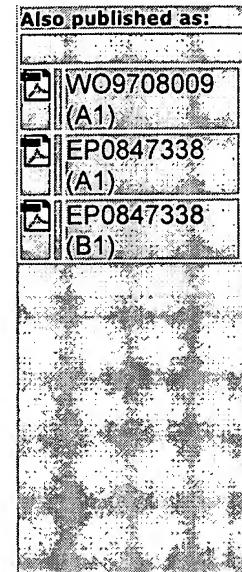
Classification:

- **international:** H02J7/00; B60L11/18; H02M7/797

- **european:** B60L11/18L2, H02J7/02B

Application number: FR19950010233 19950830

Priority number(s): FR19950010233 19950830



Abstract of FR2738411

In order to charge from a monophase alternating current voltage (V_a) a battery of storage cells (10) connected to a device (61) to be supplied through an inverter (30), switching means (TA1/DA1, TA2/DA2, TB1/DB1, TB2/DB2, TC1/DC1, TC2/DC2) are used when the inverter is not in operation; said switching means are present in the inverter in order to form an alternating/direct converter (70, 71) receiving at the input a monophase alternating current voltage (V_a) and delivering a direct current voltage (V_{out}') for charging the battery (10). According to one embodiment, the alternating-direct converter comprises a rectifier-step-up transformer stage (L1, 31, 32) followed by a step-down transformer stage (33, L2). Application particularly to electric motor vehicles.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 738 411

(21) N° d'enregistrement national : 95 10233

(51) Int Cl⁶ : H 02 J 7/00, B 60 L 11/18, H 02 M 7/797

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30.08.95.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.03.97 Bulletin 97/10.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT — FR.

(72) Inventeur(s) : FERRIEUX JEAN PAUL, CHAUCHAT BERTRAND, BRUNELLO MARC, DELBOSC PHILIPPE et RICHER DIDIER.

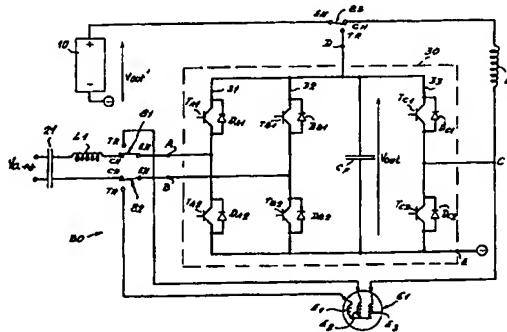
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : CABINET BALLOT SCHMIT.

(54) SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE MIXTE ONDULEUR ET CONVERTISSEUR ALTERNATIF-CONTINU.

(57) Pour charger à partir d'une tension alternative monophasée (Va) une batterie d'accumulateurs (10) reliée à un dispositif (61) à alimenter par l'intermédiaire d'un onduleur (30), on utilise, quand l'onduleur n'est pas en service, des moyens interrupteurs (T_{A1}/D_{A1} , T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} , T_{B2}/D_{B2} , T_{c1}/D_{c1} , T_{c2}/D_{c2}) présents dans l'onduleur pour former un convertisseur (70, 71) de type alternatif-continu recevant en entrée la tension alternative monophasée (Va) et délivrant une tension continue (Vout') de charge de la batterie (10). Selon un mode de réalisation, le convertisseur alternatif-continu comprend un étage redresseur-survolteur (L1, 31, 32) suivi d'un étage dévoiteur (33, L2).

Application notamment aux véhicules automobiles à moteur électrique.



FR 2 738 411 - A1



1

Système d'alimentation électrique mixte onduleur et convertisseur alternatif-continu.

La présente invention concerne un système d'alimentation électrique comprenant un onduleur pour transformer une tension continue en une tension alternative et un convertisseur alternatif-continu pour transformer une tension alternative monophasée en une tension continue.

Un tel système trouve notamment application dans le domaine automobile, l'onduleur servant à alimenter le moteur électrique d'un véhicule automobile électrique à partir d'une batterie d'accumulateurs, et le convertisseur alternatif-continu à recharger la batterie d'accumulateurs quand le véhicule est à l'arrêt.

La figure 1 représente un système d'alimentation classique 50 du type cité ci-dessus, embarqué à bord d'un véhicule automobile électrique 60. Le système 50 est associé à une batterie d'accumulateurs 10 et à un moteur triphasé 61 entraînant les roues 62 du véhicule 60, et comprend essentiellement un convertisseur alternatif-continu, ou chargeur 20, et un onduleur triphasé 30. L'onduleur 30 comprend deux bornes d'entrée d'alimentation D et E connectées aux pôles positif et négatif de la batterie 10, ainsi que trois bornes de sorties A, B, C connectées à trois enroulements inducteurs E1, E2, E3 du moteur 61.

On distingue dans le fonctionnement du système d'alimentation 50 de la figure 1 un mode traction du véhicule 60 et un mode charge de la batterie 10. En mode traction, la batterie 10 alimente le moteur 61 par l'intermédiaire de l'onduleur 30. En mode charge, l'onduleur 30 n'est pas utilisé, le véhicule 60 est à l'arrêt, le chargeur 20 est connecté à une borne d'alimentation 22 grâce à un organe de liaison 21, généralement un fil et une prise électrique, et assure le rechargement de la batterie 10.

A l'heure actuelle, en raison de la diversité des modèles de batteries utilisés dans les voitures à moteur

électrique, il n'est pas envisagé d'installer chez chaque utilisateur privé une borne d'alimentation délivrant des tensions continues permettant de recharger directement tout type de batterie. Ainsi, la borne 22 délivre une tension alternative Va, généralement la tension du secteur (240 V/50 Hz ou 110 V/60 Hz selon les pays).

Il est donc nécessaire que chaque véhicule possède son propre chargeur de batterie, pour assurer la conversion de la tension du secteur en une tension continue adaptée à la batterie. L'inconvénient est que le chargeur entraîne une augmentation sensible du coût de l'ensemble. De plus, le chargeur représente un poids mort indésirable quand le véhicule est en service.

Un objet de la présente invention est de pallier cet inconvénient.

Un objet plus particulier de la présente invention est de prévoir un système d'alimentation comportant une fonction onduleur et une fonction convertisseur alternatif-continu d'une structure plus simple que les systèmes connus.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un procédé pour charger à partir d'une tension alternative monophasée une batterie d'accumulateurs reliée à un dispositif à alimenter par l'intermédiaire d'un onduleur (30), caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser, quand l'onduleur n'est pas en service, des moyens interrupteurs présents dans l'onduleur pour former un convertisseur de type alternatif-continu recevant en entrée la tension alternative monophasée et délivrant une tension continue ('Vout') de charge de la batterie (10).

Avantageusement, des moyens interrupteurs de l'onduleur sont associés à une première inductance pour former un circuit redresseur-survolteur de la tension alternative monophasée, et d'autres moyens interrupteurs de l'onduleur sont associés à une deuxième inductance pour former un circuit dévolteur permettant d'adapter le niveau de tension délivré par le circuit redresseur-survolteur à la tension nominale de charge de la batterie.

Selon un mode de réalisation, au moins un bobinage d'un moteur électrique à alimenter est utilisé pour former au moins l'une des inductances.

La présente invention concerne également un système mixte onduleur et convertisseur alternatif-continu, comprenant au moins trois bras interrupteurs en parallèle comportant chacun en série au moins deux groupes d'interrupteurs hacheurs/diodes, au moins une première inductance, et des moyens pour connecter, en mode de fonctionnement onduleur, au moins un des points milieu des bras interrupteurs à un dispositif à alimenter en tension alternative, et les extrémités de chacun des bras à une source de tension continue, et, en mode de fonctionnement convertisseur alternatif-continu, les points milieu d'un premier et d'un deuxième bras interrupteurs à une source de tension monophasée, et le point milieu d'un troisième bras interrupteur à une charge à alimenter en tension continue, par l'intermédiaire de la première inductance.

Selon un mode de réalisation, en mode convertisseur, les points milieu des premier et deuxième bras interrupteurs sont connectés à la source de tension monophasée par l'intermédiaire d'une deuxième inductance, les interrupteurs hacheurs des premier et deuxième bras interrupteurs sont commandés de manière à former avec la deuxième inductance un circuit redresseur-survolteur.

La présente invention concerne également un système d'alimentation autonome et rechargeable délivrant une tension alternative, comprenant un système mixte onduleur et convertisseur alternatif-continu selon l'invention et une batterie d'accumulateurs, dans lequel, en mode de fonctionnement onduleur, le système mixte est alimenté par la batterie et délivre la tension alternative, et en mode de fonctionnement convertisseur, le système mixte est alimenté par une source de tension monophasée et assure le rechargement de la batterie.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention apparaîtront plus

clairement à la lecture de la description suivante du procédé de l'invention et d'exemples de réalisation d'un système d'alimentation selon la présente invention, en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- 5 - la figure 1 précédemment décrite représente un système d'alimentation classique d'un moteur électrique de véhicule automobile,
- la figure 2 est un schéma électrique d'un onduleur classique présent dans le système de la figure 1,
- 10 - les figures 3A, 3B et 3C ont pour but d'illustrer le procédé de l'invention et représentent divers circuits électroniques,
- la figure 4 est un schéma électrique d'un système d'alimentation selon la présente invention,
- 15 - la figure 5 représente des circuits de commande du système de la figure 4 fonctionnant en mode "convertisseur alternatif-continu",
- les figures 6A et 6B représentent divers signaux électriques apparaissant dans le système de la figure 4,
- 20 - la figure 7 représente des enroulements inducteurs d'un moteur triphasé,
- les figures 8, 9 et 10 représentent des variantes de réalisation du système d'alimentation de la figure 4 utilisant les enroulements inducteurs du moteur de la
- 25 figure 7, et
- les figures 11A, 11B, 11C, 12A et 12B représentent d'autres variantes de réalisation du système d'alimentation de la figure 4 utilisant les enroulements d'un moteur triphasé.

Description du procédé de l'invention

- 30 La figure 2 représente la structure électrique de l'onduleur 30 classique de la figure 1. L'onduleur 30 comprend, montés en parallèle entre ses bornes d'alimentation D et E, trois bras interrupteurs 31, 32, 33 et une capacité de filtrage Cf. Chaque bras 31, 32, 33 comporte en série deux groupes interrupteurs hacheurs/diodes (par exemple des
- 35 transistors MOS avec leurs diodes inverses) référencés T_{A1}/D_{A1} et T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} et T_{B2}/D_{B2} , T_{C1}/D_{C1} et T_{C2}/D_{C2} , respectivement,

chaque diode D_{A1}, \dots, D_{C2} étant montée en inverse relativement au sens normal de conduction de chaque interrupteur T_{A1}, \dots, T_{C2} . Les bornes de sorties A, B, C de l'onduleur 30 sont connectées aux points milieu des bras 31, 32, 33. Le fonctionnement de l'onduleur 30 est assuré par un circuit électronique 34 qui commande les fermetures des interrupteurs T_{A1} à T_{C2} et détermine pour chaque bras 31, 32, 33 les cycles de hachage de la tension continue délivrée par la batterie 10.

10 Pour simplifier la structure du système d'alimentation classique 50 de la figure 1, la présente invention propose de réaliser un convertisseur de type alternatif-continu au moyen des interrupteurs T_{A1} à T_{C2} de l'onduleur 30 qui sont inutilisés pendant la charge de la batterie 10. Ainsi, le chargeur 20 de la figure 1 pourra être supprimé.

15 Avant de donner des exemples d'application du procédé de l'invention, on décrira en relation avec les figures 3A, 3B et 3C la structure électrique d'un convertisseur alternatif-continu que la présente invention propose de réaliser à partir des éléments présents dans l'onduleur 30.

20 La figure 3A représente le schéma électrique classique d'un circuit redresseur-survolteur 65, comprenant un étage redresseur 66 suivi d'un étage survolteur 67. L'étage redresseur 66 est un pont de diodes D1, D2, D3, D4 qui reçoit une tension alternative monophasée V_a et délivre une tension 25 continue V_{in} en entrée de l'étage survolteur 67. L'étage survolteur 67 est un convertisseur de type continu-continu à stockage inductif bien connu de l'homme de l'art sous le nom de circuit "boost". La tension V_{in} est appliquée à une extrémité d'une inductance L_1 dont l'autre extrémité est reliée à un interrupteur hacheur I_1 ainsi qu'à une diode D5 en série avec une capacité C_{out} délivrant la tension de 30 sortie V_{out} de l'étage survolteur 67. Le fonctionnement de l'étage survolteur 67 est basé sur la réalisation de cycles 35 rapides de transfert d'énergie comprenant une période d'accumulation d'une énergie magnétique dans l'inductance L_1 , où I_1 est fermé, suivie d'une période de transfert de cette

énergie sous forme de courant dans la capacité C_{out} , où I_1 est ouvert. Ainsi, quand I_1 est fermé, un courant i_1 circule dans L_1 et I_1 . A l'ouverture de I_1 , un courant i_2 est injecté par L_1 dans la boucle formée par D_5 et C_{out} , et la tension V_{out} augmente. Classiquement, les périodes de fermeture et d'ouverture de l'interrupteur I_1 sont asservies afin de réguler la tension de sortie V_{out} qui pourrait augmenter indéfiniment cycle après cycle.

Si l'on se reporte maintenant à la figure 3B, on voit un circuit redresseur-survolteur 70 qui, bien que d'aspect différent, fonctionne de la même manière que le circuit 65. On y retrouve l'inductance L_1 , le pont redresseur à diodes D_1 , D_2 , D_3 , D_4 et la capacité C_{out} . L'inductance L_1 est interposée entre la source de tension monophasée V_a et l'entrée du pont redresseur, la capacité C_{out} est directement connectée à la sortie du pont redresseur. L'interrupteur hacheur I_1 de la figure 3A est remplacé par deux interrupteurs hacheurs I_2 et I_3 synchronisés, I_2 étant connecté en parallèle aux bornes de D_2 et I_3 en parallèle aux bornes de D_4 . Pendant la phase de stockage, I_2 et I_3 sont fermés et un courant d'accumulation i_1 , dont le sens dépend de la polarité positive ou négative de l'alternance de V_a , circule dans L_1 , I_2 et I_3 . Pendant la phase de transfert, I_2 et I_3 sont ouverts et L_1 injecte un courant i_2 dans C_{out} , par l'intermédiaire de D_1 et D_4 ou D_3 et D_2 selon la polarité de V_a .

Une variante de réalisation du circuit 70 représentée en traits pointillés sur la figure 3B consiste à ajouter aux bornes de D_1 et D_3 deux interrupteurs I_4 et I_5 . Dans ce cas, I_3 et I_4 sont fermés pendant les périodes de conduction de D_1 et D_4 , et I_2 et I_5 fermés pendant les périodes de conduction de D_2 et D_3 . Les pertes de tension aux bornes des diodes pendant les phases de transfert sont supprimées et le rendement du circuit 70 amélioré.

Sur la figure 3C, on voit un circuit dévolteur 71 (ou abaisseur de tension) dont l'entrée reçoit la capacité C_{out} , de tension V_{out} , du circuit redresseur-survolteur 70 de la

figure 3B. Le circuit dévolteur 71 délivre une tension $V_{out'}$ appliquée à une impédance Z . Le circuit dévolteur 71 est un convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif bien connu de l'homme de l'art sous le nom de circuit "buck".

5 La capacité C_{out} est reliée à un interrupteur hacheur I_6 dont l'autre extrémité est reliée à une diode D_6 et à une inductance L_2 en série avec l'impédance Z . Lorsque I_6 est fermé, un courant i_3 circule dans C_{out} , I_6 , L_2 et Z . Lorsque I_6 est ouvert, un courant i_4 généré par l'inductance L_2

10 circule dans D_6 , L_2 et Z . Un asservissement approprié des périodes d'ouverture et de fermeture de I_6 permet de contrôler avec précision la tension de sortie $V_{out'}$ et le courant i_4 traversant l'impédance Z .

Si l'on associe maintenant le circuit 70 de la figure 3B et le circuit 71 de la figure 3C, on voit que l'on obtient un convertisseur alternatif-continu 70, 71 de type redresseur-survolteur-dévolteur, apte à assurer la charge d'une batterie (l'impédance Z représentant alors une batterie). Si l'on compare ensuite la figure 2 aux figures 3B et 3C, on voit qu'il est possible de réaliser un tel circuit redresseur-survolteur-dévolteur 70, 71 au moyen des trois bras interrupteurs 31, 32, 33 de l'onduleur 30, en ajoutant simplement à l'onduleur 30 l'inductance L_1 de la figure 3B et l'inductance L_2 de la figure 3C. La capacité de filtrage C_f de l'onduleur peut être utilisée comme capacité de sortie du redresseur-survolteur 70 (Capacité C_{out} de la figure 3B).

Premier exemple de réalisation : ajout de deux inductances externes L_1 et L_2 .

La figure 4 représente dans le cadre d'une application à un véhicule à moteur électrique (non représenté) un système d'alimentation 80 selon la présente invention. On retrouve sur la figure 4 la batterie d'accumulateurs 10, la structure électrique à trois bras 31, 32, 33 de l'onduleur 30, comportant les bornes A, B, C, D, E, le moteur 61 à trois enroulements E1, E2, E3 et l'organe de liaison 21 à la tension secteur V_a , déjà décrits en relation avec les figures 1 et 2.

Le système d'alimentation 80 selon l'invention comprend la structure électrique de l'onduleur 30 à laquelle sont ajoutées deux inductances, que l'on désignera par L1 et L2 par analogie avec les figures 3B et 3C, et trois basculeurs 5 81, 82, 83 (interrupteurs à deux positions). Chaque basculeur 81, 82, 83 présente un plot d'entrée EN et deux plots de sortie CH, TR et peut être mis en position "charge" (plot EN relié au plot CH) ou "traction" (plot EN relié au plot TR). Le basculeur 81 est relié à la borne A de l'onduleur 30 par 10 son plot EN, à une extrémité de l'inductance L1 par son plot CH, et à l'enroulement E2 du moteur 61 par son plot TR. L'autre extrémité de l'inductance L1 est reliée à une phase de la tension secteur Va par l'intermédiaire de l'organe de liaison 21. Le basculeur 82 est relié à la borne B de 15 l'onduleur 30 par son plot EN, à l'autre phase (ou le neutre) de la tension secteur Va par son plot CH (via l'organe de liaison 21), et à l'enroulement E1 du moteur 61 par son plot TR. Le basculeur 83 est relié à la borne positive de la batterie 10 par son plot EN, à la borne D de l'onduleur 30 20 par son plot TR, et par son plot CH à une extrémité de l'inductance L2 dont l'autre extrémité est reliée à la borne C de l'onduleur 30. La borne C est également reliée à l'enroulement E3 du moteur 61. Enfin, la borne E est connectée en permanence à la borne négative de la batterie 25 10.

Quand les trois basculeurs 81, 82, 83 sont en position "traction", les bornes A, B, C de l'onduleur 30 sont connectées aux enroulements E1, E2, E3 et la borne D au pôle positif de la batterie 10. On retrouve la configuration 30 classique de fonctionnement représentée en figure 1, où le moteur 61 est alimenté en tension triphasée par l'onduleur 30 qui assure le hachage de la tension continue délivrée par la batterie 10.

Quand les trois basculeurs 80, 81, 82 sont en position 35 "charge" et que l'organe de liaison 21 est branché, les bornes A et B sont connectées à Va par l'intermédiaire de L1, la borne C est connectée au pôle positif de la batterie 10

par l'intermédiaire de L2 et la borne D n'est pas connectée. Le système 80 selon l'invention fonctionne alors comme un convertisseur alternatif-continu et assure la charge de la batterie 10. Plus précisément, on distingue dans le système 5 80 :

- un étage redresseur-survolteur (ou étage "boost") de la tension secteur Va, analogue au circuit redresseur-survolteur 70 de la figure 3B, comprenant l'inductance L1 et les deux bras 31, 32 de l'onduleur 30. La capacité Cf sert de capacité 10 de sortie de l'étage redresseur-survolteur et on trouve à ses bornes une tension continue référencée Vout par analogie avec la figure 3B, Vout étant supérieure à la valeur de crête de la tension alternative Va,
- un étage dévolteur (ou étage "buck") comprenant 15 l'inductance L2 et le troisième bras 33, analogue au circuit dévolteur 71 de la figure 3C, transformant Vout en une tension référencée Vout' par analogie avec la figure 3C, compatible avec la batterie 10. D'un point de vue fonctionnel, l'interrupteur T_{c1} (équivalent à l'interrupteur 20 I_6 de la figure 3C) et la diode D_{c2} (équivalente à la diode D6 de la figure 3C) sont nécessaires et suffisants à la réalisation de l'étage dévolteur.

Ainsi, avantageusement, le système d'alimentation 80 selon l'invention forme un système mixte dans lequel les 25 fonctions "onduleur" et "convertisseur alternatif-continu" sont intégrées au maximum.

La figure 5 représente à titre d'exemple non limitatif deux circuits 90 et 100 de commande du système 80 lorsqu'il est en mode "charge". Sur la figure 5, les basculeurs 81, 82, 30 83, en position "charge", ne sont pas représentés. Les bras 31, 32 de l'onduleur 30 sont schématisés par un bloc 85 et le bras 33 schématisé par un bloc 86. Le circuit 90 contrôle les interrupteurs T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} du bloc 85 et le circuit 100 contrôle l'interrupteur T_{c1} du bloc 86 et, de façon 35 optionnelle, l'interrupteur T_{c2} , comme on le verra plus loin.

Selon le mode de commande choisi, le circuit 90 est conçu pour assurer à la fois la régulation de la surtension

Vout et l'asservissement du courant d'entrée i_e de l'étage redresseur-survolteur (comprenant l'inductance L1 et le bloc 85), afin de permettre l'absorption d'un courant sinusoïdal en phase avec la tension Va du réseau. Le circuit 5 90 comprend ainsi un amplificateur soustracteur 91 qui reçoit sur son entrée positive une tension continue de référence V1ref et sur son entrée négative la tension Vout prélevée aux bornes de la capacité Cf. La sortie de l'amplificateur 91 est envoyée en entrée d'un circuit amplificateur correcteur 92 de 10 gain G dont la sortie est appliquée sur une entrée d'un amplificateur multiplicateur 93. L'autre entrée du multiplicateur 93 reçoit une tension alternative de référence V2ref en phase avec la tension Va du réseau. La tension V2ref peut être 15 prélevée sur le réseau lui-même ou reconstituée numériquement de façon synchrone. Le multiplicateur 93 délivre une référence de courant i_r envoyée sur l'entrée positive d'un comparateur 94 recevant sur son entrée négative un signal représentatif du courant d'entrée i_e (ou courant absorbé), délivré par un capteur de courant 95. Le comparateur 94 délivre un signal 20 d'erreur ϵ en entrée d'un circuit 96 à microprocesseur programmé qui commande les interrupteurs T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} du bloc 85.

Dans la pratique, on constate que les divers éléments 25 du circuit 90 qui viennent d'être décrits existent déjà dans les systèmes d'alimentation classiques à onduleur et chargeur de batterie, car ils sont nécessaires à la réalisation de la fonction "onduleur". La fonction "redresseur-survolteur" selon l'invention peut donc être réalisée à peu de frais et sans encombrement supplémentaire, moyennant une adaptation à 30 la portée de l'homme de l'art du logiciel du circuit 96, qui devra comporter outre un programme classique de fonctionnement en mode "onduleur" un programme de fonctionnement en mode "redresseur-survolteur". Une autre possibilité consiste à réaliser le circuit 90 au moyen d'un 35 circuit standard disponible dans le commerce, par exemple le circuit commercialisé sous la référence "Thomson L6560 Power Factor Corrector".

Le circuit 100 assure le contrôle du courant de charge i_s , délivré à la batterie 10 par l'étage dévolteur (comprenant le bloc 86 et l'inductance L2). A cet effet, il comprend un amplificateur soustracteur 101 qui reçoit sur son entrée positive un signal de référence I_{ref} et sur son entrée négative un signal représentatif du courant i_s , délivré par un capteur de courant 102. La sortie du soustracteur 101 délivre un signal d'erreur ϵ' en entrée d'un circuit 103 à microprocesseur qui commande l'interrupteur T_{c1} du bloc 86.

Bien que l'on ait représenté les circuits 96 et 103 comme des circuits distincts, il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que la commande des interrupteurs T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} , T_{c1} , T_{c2} des blocs 85 et 86 peut dans la pratique être assurée par un seul et même circuit.

Le fonctionnement du système 80 ainsi commandé sera maintenant décrit en se référant aux figures 6A et 6B.

La figure 6A représente, pour une période T de la tension secteur V_a , la courbe du courant i_e absorbé par l'étage redresseur-survolteur (bloc 85 et inductance L1), la courbe d'une tension V_e apparaissant entre l'inductance L1 et le bloc 85, et les chronogrammes C1, C2, C3, C4 des signaux de commande appliqués par le circuit 96 aux interrupteurs T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} (une commande à 1 signifiant la fermeture d'un interrupteur).

La figure 6B représente la courbe du courant i_s et la courbe de tension V_{out} délivrés à la batterie 10 par l'étage dévolteur (bloc 86 et inductance L2), ainsi que les chronogrammes C5 et C6 des signaux de commande des interrupteurs T_{c1} et T_{c2} .

Sur la figure 6A, on voit une succession d'un grand nombre de phases de stockage (V_e nul, stockage d'une énergie magnétique dans L1) et de transfert (V_e non nul, libération de l'énergie sous forme d'un courant injecté dans Cf) de courtes durées. Pendant ces phases de stockage et de transfert le courant i_e présente des micro-variations Δi_e , mais sa forme générale est celle d'une sinusoïde en phase avec la tension secteur V_a .

Les tableaux 1 et 2 ci-après résument le fonctionnement de l'étage redresseur-survolteur du système 80 et décrivent quatre phases de stockage ou de transfert qui se répètent un grand nombre de fois à chaque demi-période $T/2$ de la tension secteur V_a .

5

Tableau 1 : Ondulation positive de la tension secteur V_a (durée $T/2$)				
phases :	stockage	transfert	stockage	transfert
T_{A1}	1 (fermé)	1 (fermé)	0 (ouvert)	1 (fermé)
T_{A2}	0 (ouvert)	0 (ouvert)	1 (fermé)	0 (ouvert)
T_{B1}	1 (fermé)	0 (ouvert)	0 (ouvert)	0 (ouvert)
T_{B2}	0 (ouvert)	1 (fermé)	1 (fermé)	1 (fermé)
Durée	variable	variable	variable	variable
circulation du courant dans :	L1 T_{A1} et/ou D_{A1} T_{B1}	L1 T_{A1} et/ou D_{A1} Cf T_{B2} et/ou D_{B2}	L1 T_{A2} T_{B2} et/ou D_{B2}	L1 T_{A1} et/ou D_{A1} Cf T_{B2} et/ou D_{B2}
Δi_e	croissant	décroissant	croissant	décroissant
	variation globale de i_e : demi-sinusoire positive			

Tableau 2 : Ondulation négative de la tension secteur V_a (durée $T/2$)

phase	stockage	transfert	stockage	transfert
T_{A1}	1 (fermé)	0 (ouvert)	0 (ouvert)	0 (ouvert)
T_{A2}	0 (ouvert)	1 (fermé)	1 (fermé)	1 (fermé)
T_{B1}	1 (fermé)	1 (fermé)	0 (ouvert)	1 (fermé)
T_{B2}	0 (ouvert)	0 (ouvert)	1 (fermé)	0 (ouvert)
Durée	variable	variable	variable	variable
circulation du courant dans :	L1 T_{B1} et/ou D_{B1} T_{A1}	L1 T_{B1} et/ou D_{B1} Cf T_{A2} et/ou D_{A2}	L1 T_{B2} T_{A2} et/ou D_{A2}	L1 T_{B1} et/ou D_{B1} Cf T_{A2} et/ou D_{A2}
Δi_e	croissance négative	décroissance négative	croissance négative	décroissance négative
	variation globale de i_e : demi-sinusoire négative			

Les durées des phases de stockage/transfert sont variables et asservies au signal d'erreur ϵ qui dépend des consignes $V1ref$ (qui impose la valeur de $Vout$) et $V2ref$ (qui impose la forme sinusoïdale au courant absorbé i_e). Un tel

asservissement peut être obtenu grâce à diverses techniques connues, notamment les techniques de commande par modulation de largeur d'impulsion (durée des phases de stockage ou de transfert fonction de la valeur de ϵ) ou de commande par 5 fourchette (changements de phases quand ϵ se trouve en dehors d'un gabarit prédéterminé).

La commande des interrupteurs T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} pendant les phases de stockage est choisie de manière à alterner les 10 mises en conduction des interrupteurs (T_{A1} et T_{B1} , puis T_{A2} et T_{B2} , etc.), afin de bien répartir la dissipation de puissance dans les bras 31 et 32.

De plus, afin d'assurer la commutation douce des interrupteurs (fermeture à tension nulle) et améliorer le rendement du système, chaque interrupteur T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} est 15 fermé quand sa diode D_{A1} , D_{A2} , D_{B1} , D_{B2} correspondante se met en conduction. Si en outre chaque interrupteur T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} est choisi bidirectionnel, les diodes sont mises en court-circuit par les interrupteurs, de sorte que les tensions de 20 diodes (dites tensions de déchet) sont supprimées et le rendement encore amélioré.

Sur la figure 6B, on voit que le contrôle des périodes de fermetures de T_{c1} par le circuit 100 permet de maintenir le courant i , délivré à la batterie 10 autour de la consigne I_{ref} et de maintenir la tension V_{out} à la valeur tension 25 nominale V_{nom} de la batterie 10, l'interrupteur T_{c2} n'étant pas utilisé (chronogramme à 0). Toutefois, si l'interrupteur T_{c2} est bidirectionnel, une variante de réalisation consiste à fermer T_{c2} pendant les périodes de conduction de D_{c2} pour 30 supprimer la tension de déchet aux bornes de D_{c2} . Dans ce cas, et comme pour le bloc 85, les diodes du bloc 86 ne sont 35 pas utilisées. Il apparaîtra donc clairement à l'homme de l'art que la présente invention est applicable à une structure d'onduleur ne comportant pas de diodes, à la condition que les interrupteurs T_{A1} à T_{c2} soient bidirectionnels et que des temps de recouvrement dans les fermetures des interrupteurs soient prévus lors des

changements de phases pour éviter le claquage électrique de ces derniers.

Dans la pratique, un onduleur destiné à alimenter un moteur électrique d'un véhicule automobile se prête particulièrement bien à la transformation selon l'invention. En effet, un tel onduleur est conçu pour transmettre des puissances élevées pouvant atteindre 30 kW avec des courants de 300 A, alors que les puissances et courants mis en jeu en fonctionnement "convertisseur alternatif-continu" n'excèdent généralement pas les 10 kW et les 50 A.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée à l'application qui est ici décrite, c'est-à-dire l'alimentation d'un moteur électrique à partir d'une batterie (mode "onduleur") ou la charge une batterie (mode "convertisseur") à partir de la tension du secteur. De façon générale, le système mixte onduleur/convertisseur alternatif-continu selon l'invention peut trouver toute application que l'on peut donner à un onduleur et à un convertisseur alternatif-continu pris ensemble ou séparément.

En outre, la présente invention est réalisable à partir d'une structure d'onduleur comportant moins de trois bras (par exemple un onduleur monophasé ou biphasé), à la condition bien entendu d'ajouter les interrupteurs manquants pour réaliser la fonction convertisseur alternatif-continu.

Enfin, une simple modification des consignes $V1ref$, $Iref$ données aux circuits de commande 90 et 100 de la figure 5 permet d'adapter le système 80 de l'invention à tous types de tensions secteur, par exemple 110 V/60 Hz ou 240 V/50 Hz, ainsi qu'à tout type de tensions de batteries, par exemple 108 V, 156 V, 288 V, etc.

Deuxième exemple de réalisation : utilisation des enroulements moteur E1, E2, E3 comme inductances L1 et/ou L2.

On a vu précédemment que la présente invention nécessite la prévision d'au moins deux inductances L1 et L2 (une pour l'étage redresseur-survolteur et l'autre pour l'étage dévolteur). Une variante particulièrement avantageuse de la présente invention, qui entre dans le cadre de

l'application précédemment décrite, consiste à utiliser au moins un des enroulements inducteurs du moteur 61, qui sont inutilisés en mode "charge", pour réaliser au moins l'une des inductances L1 et L2. On décrira divers exemples de 5 réalisation de l'invention selon cette variante.

Premier cas : moteur triphasé à trois enroulements E1, E2, E3 entièrement accessibles.

La figure 7 représente les trois enroulements inducteurs E1, E2, E3 du moteur 61. On suppose ici que toutes 10 les bornes des enroulements sont accessibles de l'extérieur. On voit que l'on peut utiliser deux enroulements en série, par exemple E1, E2, pour réaliser une première inductance, par exemple L1, et l'enroulement restant, par exemple E3, pour réaliser la deuxième inductance, par exemple L2. De 15 préférence, E1 et E2 sont connectés de manière que leurs sens d'enroulement soient en opposition, afin d'éviter le couplage électromagnétique de E1/E2 (L1) avec E3 (L2). Ce procédé permet également de ne pas produire de couple mécanique dans le moteur 61.

La figure 8 représente un mode de réalisation du système 80 dans lequel, en mode "charge", les enroulements E1 et E2 forment l'inductance L1 et l'enroulement E3 l'inductance L2. On retrouve la batterie 10, l'onduleur 30 et ses bornes A, B, C, D, E, et le moyen de liaison 21 à la tension secteur Va. La commutation du système 80 en mode "charge" ou "traction" est assurée par trois basculeurs 111, 112, 113. Comme précédemment, chaque basculeur présente un plot d'entrée EN et deux plots de sortie CH et TR. Le basculeur 111 est relié à la borne positive de la batterie 10 20 par son plot EN et à la borne D de l'onduleur 30 par son plot TR. Le basculeur 112 est relié à des extrémités de E1 et E2 par son plot TR, à une extrémité de E3 et au plot CH du basculeur 112 par son plot EN, le plot CH n'étant pas connecté (le basculeur 112 peut donc être un simple 25 interrupteur). Le basculeur 113 est relié à l'autre extrémité de E1 par son plot TR et à la borne A par son plot EN, le plot CH n'étant pas connecté (le basculeur 113 peut donc être 30 35

un simple interrupteur). Enfin, les autres extrémités de E2 et E3 sont reliées aux bornes B et C de l'onduleur 30, la tension Va est appliquée aux plots EN et TR du basculeur 113 quand celui-ci est en position "charge" par l'intermédiaire 5 du moyen de liaison 21. La borne E de l'onduleur 30 est reliée en permanence à la borne négative de la batterie.

Quand les basculeurs 111, 112 et 113 sont en position "charge" ou "traction", on retrouve les deux configurations du système 80 déjà décrites en relation avec la figure 4, à 10 la différence près qu'en mode "charge", L1 est formée par E1 en série avec E2, et L2 formée par E3. En mode "traction", E1, E2, E3 sont agencés en étoile et connectés aux bornes A, B, C de l'onduleur 30.

La figure 9 représente une variante du montage de la 15 figure 8. Les bornes A, B, C de l'onduleur 30 sont directement reliées aux enroulements E1, E2, E3. L'autre extrémité de E2 est reliée au plot TR du basculeur 112 et au plot EN du basculeur 113. L'autre extrémité de E1 est reliée au plot TR du basculeur 113 dont le plot CH n'est pas 20 connecté. La tension secteur Va est appliquée aux plots TR et EN du basculeur 113 par l'intermédiaire de l'organe de liaison 21 quand le système est en mode "charge". Ainsi, en mode "charge", la borne A de l'onduleur 30 est reliée à une 25 phase de la tension secteur Va par l'intermédiaire de E1 et la borne B à l'autre phase (ou le neutre) de la tension Va par l'intermédiaire de E2. L'avantage de cette configuration symétrique est de répartir l'inductance d'accumulation L1 formée par E1 et E2 sur les deux phases (ou phase et neutre) 30 de la tension secteur Va.

La figure 10 représente une autre variante du montage de la figure 8. Dans ce cas, les basculeurs 112 et 113 sont agencés de manière qu'en mode "charge" l'inductance L1 soit formée par E1 et l'inductance L2 par E2 et E3 en série.

L'homme de l'art choisira l'un des modes de réalisation 35 des figures 8 à 10 ou toute autre variante de réalisation en fonction des valeurs de E1, E2, E3 qu'offre le moteur 61 et des valeurs recherchée pour L1 et L2.

Deuxième cas : moteur triphasé à trois enroulements E1, E2, E3 montés en étoile.

Sur les figures 11A, 11B, 11C, seulement trois extrémités libres de E1, E2, E3 et une extrémité commune sont 5 accessibles, E1, E2 et E3 étant connectés en étoile par construction. Dans ce cas, le moteur 61 ne permet de réaliser qu'une inductance L1 ou L2, l'autre inductance devant être ajoutée. Ainsi, par exemple, l'inductance L1 peut être formée par E1, comme montré en figure 11A (E2 et E3 étant 10 inutilisés), ou par E1 et E2 en parallèle comme montré en figure 11B (E3 étant inutilisé), ou encore par E1, E2, E3 en parallèle comme montré en figure 11C.

Troisième cas : moteur triphasé à trois enroulements E1, E2, E3 accessibles uniquement par une de leurs 15 extrémités.

Dans le cas illustré par les figures 12A et 12B, seules des bornes M1, M2, M3 du moteur 61 sont accessibles. L'agencement interne des enroulements E1, E2, E3 n'est pas représenté et peut être en étoile ou en triangle. On peut 20 réaliser L1 ou L2 en se connectant aux bornes M1 et M2 (ou M2, M3), la borne M3 étant laissée en l'air (figure 12A) ou reliée à la borne M2 (figure 12B).

Dans ce qui précède, on a décrit la réalisation, à 25 partir de moyens interrupteurs présents dans un circuit onduleur, d'un circuit convertisseur alternatif-continu comprenant un étage redresseur-survolteur et un étage dévolteur. Toutefois, l'homme de l'art notera que d'autres structures de circuit convertisseur alternatif-continu peuvent être réalisées selon le procédé de l'invention. En 30 particulier, un mode de réalisation plus simple consiste à utiliser les deux premiers bras de l'onduleur de façon passive (sans commande des interrupteurs) comme un simple pont de diodes redresseur de la tension monophasée Va. Dans ce cas, l'inductance L1 n'est plus nécessaire et le troisième 35 bras formant le circuit dévolteur peut être commandé de diverses manières connues et notamment de manière à assurer une absorption sinusoïdale du courant d'entrée. Etant donné

l'absence de circuit survolteur dans un tel mode de réalisation, le convertisseur alternatif-continu selon l'invention ne peut délivrer une tension continue supérieure à la tension de crête que présente la tension monophasée V_a .

5 Dans l'application qui a été précédemment décrite, un tel convertisseur serait donc réservé à la charge de batteries ayant une tension de charge sensiblement inférieure la tension crête de V_a .

REVENDICATIONS

1. Procédé pour charger à partir d'une tension alternative monophasée (Va) une batterie d'accumulateurs (10) reliée à un dispositif (61) à alimenter par l'intermédiaire d'un onduleur (30), caractérisé en ce qu'il consiste à 5 utiliser, quand l'onduleur (30) n'est pas en service, des moyens interrupteurs (T_{A1}/D_{A1} , T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} , T_{B2}/D_{B2} , T_{C1}/D_{C1} , T_{C2}/D_{C2}) présents dans l'onduleur (30) pour former un convertisseur (70, 71) de type alternatif-continu recevant en entrée ladite tension alternative monophasée (Va) et 10 délivrant une tension continue (Vout') de charge de la batterie (10)

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- des moyens interrupteurs (31, 32, T_{A1}/D_{A1} , T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} , 15 T_{B2}/D_{B2}) de l'onduleur (30) sont associés à une première inductance (L1) pour former un circuit redresseur-survolteur (70, L1, 85) de ladite tension alternative monophasée (Va), et

- d'autres moyens interrupteurs (33, T_{C1}/D_{C1} , T_{C2}/D_{C2}) de 20 l'onduleur (30) sont associés à une deuxième inductance (L2) pour former un circuit dévolteur (71, 86, L2) permettant d'adapter le niveau de tension (Vout) délivré par ledit circuit redresseur-survolteur (70, L1, 85) à la tension nominale (Vout', Vnom) de charge de la batterie (10).

25 3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que ledit circuit redresseur-survolteur (70, L1, 85) est commandé (90, 100) de manière à absorber un courant sinusoïdal (i_e) en phase avec ladite tension alternative (Va).

30 4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel lesdits moyens interrupteurs (T_{A1}/D_{A1} , T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} , T_{B2}/D_{B2} , T_{C1}/D_{C1} , T_{C2}/D_{C2}) de l'onduleur (30) comprennent chacun un interrupteur (T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2} , T_{C1} , T_{C2}) et une diode (D_{A1} , D_{A2} , D_{B1} , D_{B2} , D_{C1} , D_{C2}) en parallèle, caractérisé en ce que

lesdits interrupteurs (T_{A1} - T_{C2}) sont fermés quand leurs diodes correspondantes (D_{A1} - D_{C2}) sont susceptibles de conduire un courant, de manière à améliorer le rendement des circuits redresseur-survolteur (70, L1, 85) et dévolteur (71, L2, 86).

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'au moins un bobinage (E1, E2, E3) d'un moteur électrique (61) à alimenter est utilisé pour former au moins l'une desdites inductances (L1, L2).

6. Système mixte (80) onduleur et convertisseur alternatif-continu, comprenant :

- au moins trois bras interrupteurs (31, 32, 33) en parallèle comportant chacun en série au moins deux groupes d'interrupteurs hacheurs/diodes (T_{A1}/D_{A1} , T_{A2}/D_{A2} , T_{B1}/D_{B1} , T_{B2}/D_{B2} , T_{C1}/D_{C1} , T_{C2}/D_{C2}),
- 15 - au moins une première inductance (L2), et
- des moyens (81, 82, 83, 111, 112, 113) pour connecter, en mode de fonctionnement onduleur :
- au moins un des points milieu (A, B, C) desdits bras interrupteurs (31, 32, 33) à un dispositif (61) à alimenter en tension alternative, et les extrémités (D, E) de chacun desdits bras à une source de tension continue (10), et
- 20 en mode de fonctionnement convertisseur alternatif-continu :
- les points milieu (A, B) d'un premier (31) et d'un deuxième (32) bras interrupteurs à une source de tension monophasée (Va), et
- le point milieu (D) d'un troisième bras interrupteur (33, 86) à une charge (10) à alimenter en tension continue (V_{out}'), par l'intermédiaire de la première inductance (L2).

7. Système mixte selon la revendication 6, caractérisé en ce que, en mode convertisseur :

- les points milieu (A, B) des premier (31) et deuxième (32) bras interrupteurs sont connectés à ladite source de tension monophasée (Va) par l'intermédiaire d'une deuxième inductance (L1),
- 35 - les interrupteurs hacheurs (T_{A1} , T_{A2} , T_{B1} , T_{B2}) des premier et deuxième bras interrupteurs (31, 32, 85) sont commandés (90)

de manière à former avec la deuxième inductance (L1) un circuit redresseur-survolteur (70).

8. Système d'alimentation (80, 10) autonome et rechargeable délivrant une tension alternative, comprenant :

5 - un système mixte (80) onduleur et convertisseur alternatif-continu selon l'une des revendications 6 et 7, et

- une batterie d'accumulateurs (10),
dans lequel :

- en mode de fonctionnement onduleur, ledit système mixte
10 (80) est alimenté par la batterie (10) et délivre ladite tension alternative, et

- en mode de fonctionnement convertisseur, ledit système mixte (80) est alimenté par une source de tension monophasée et assure le rechargement de la batterie.

15 9. Système d'alimentation selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'au moins une desdites inductances (L1, L2, L3) est formée par au moins un bobinage (E1, E2, E3) d'un moteur (61) à alimenter.

10. Système d'alimentation selon l'une des
20 revendications 8 et 9, caractérisé en ce que ladite tension alternative est une tension triphasée.

FIG. 1

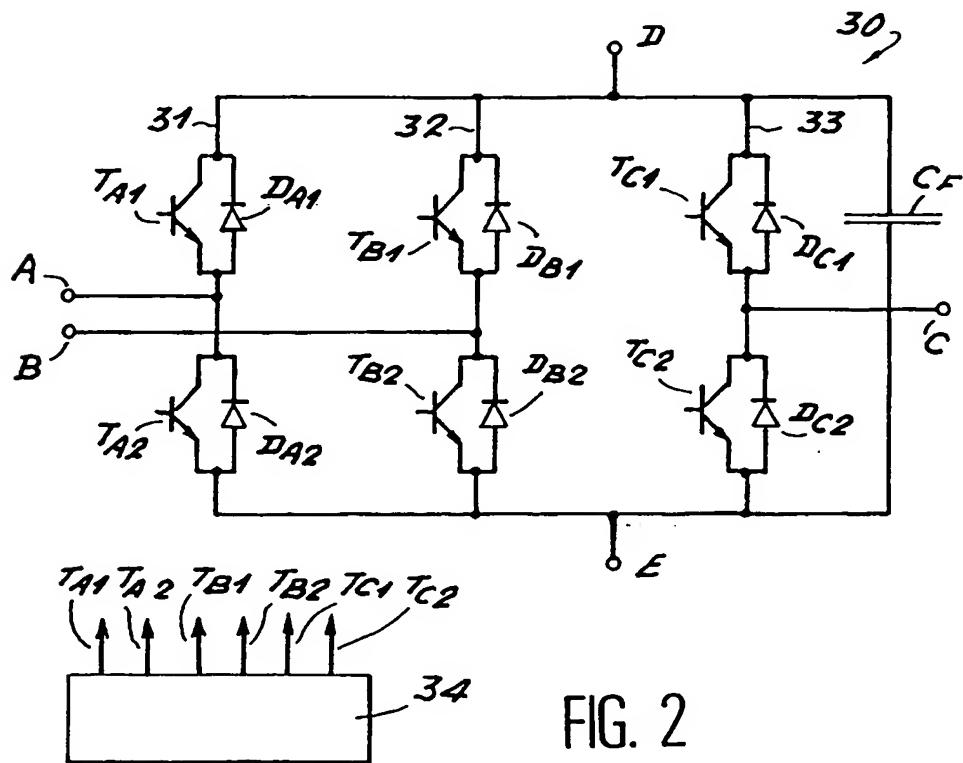
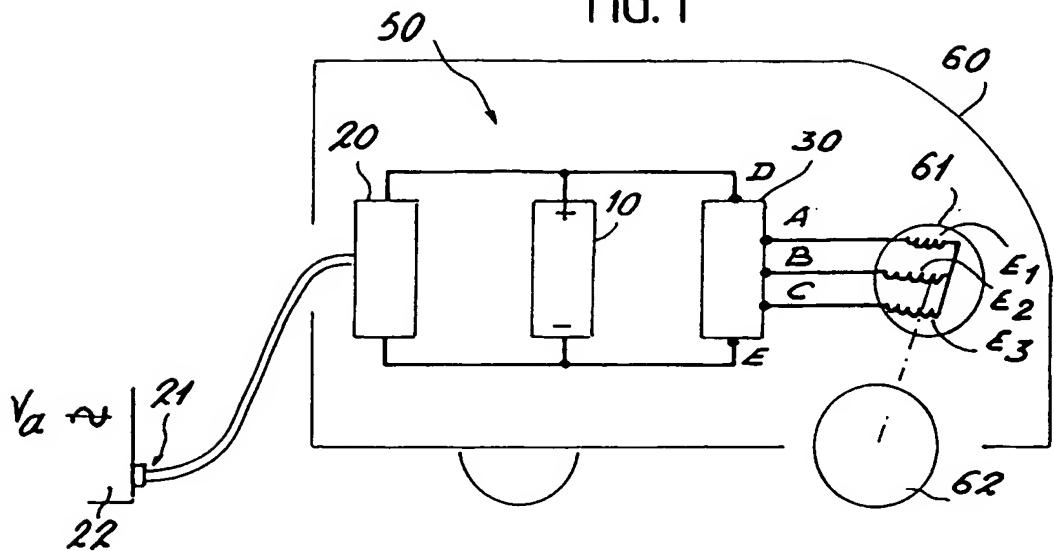


FIG. 2

2.7

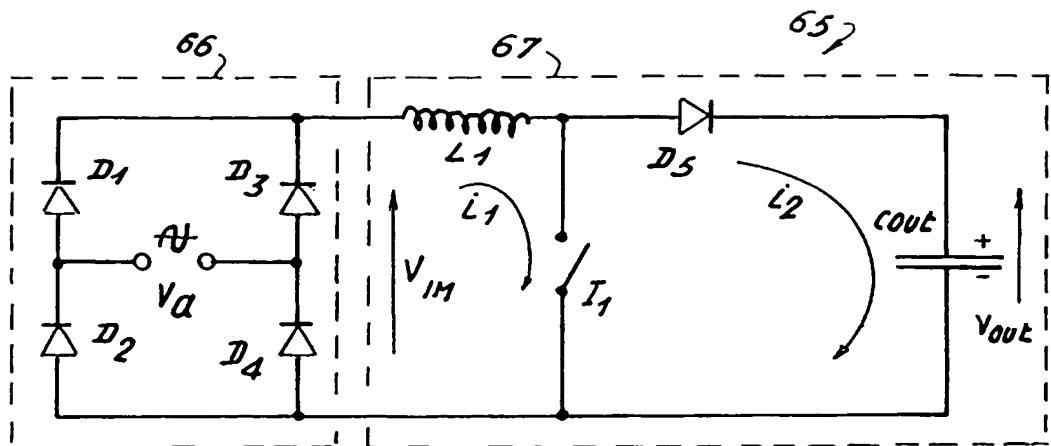


FIG. 3 A

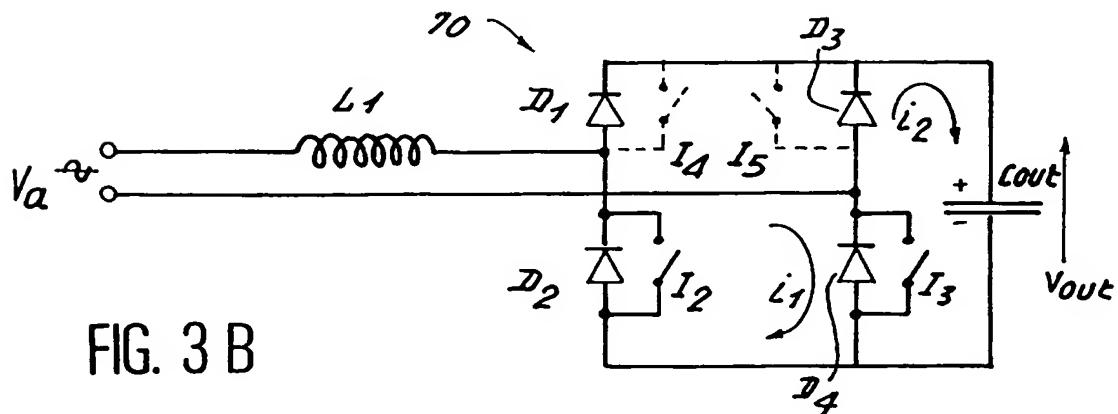


FIG. 3 B

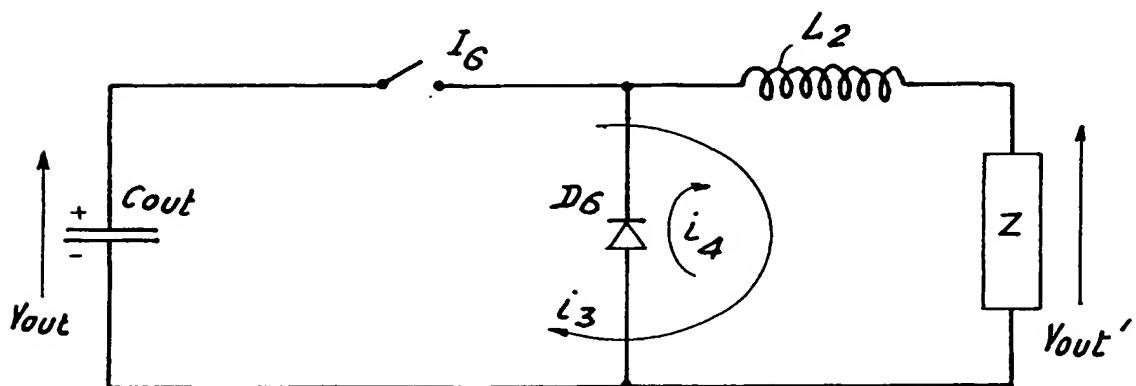


FIG. 3 C

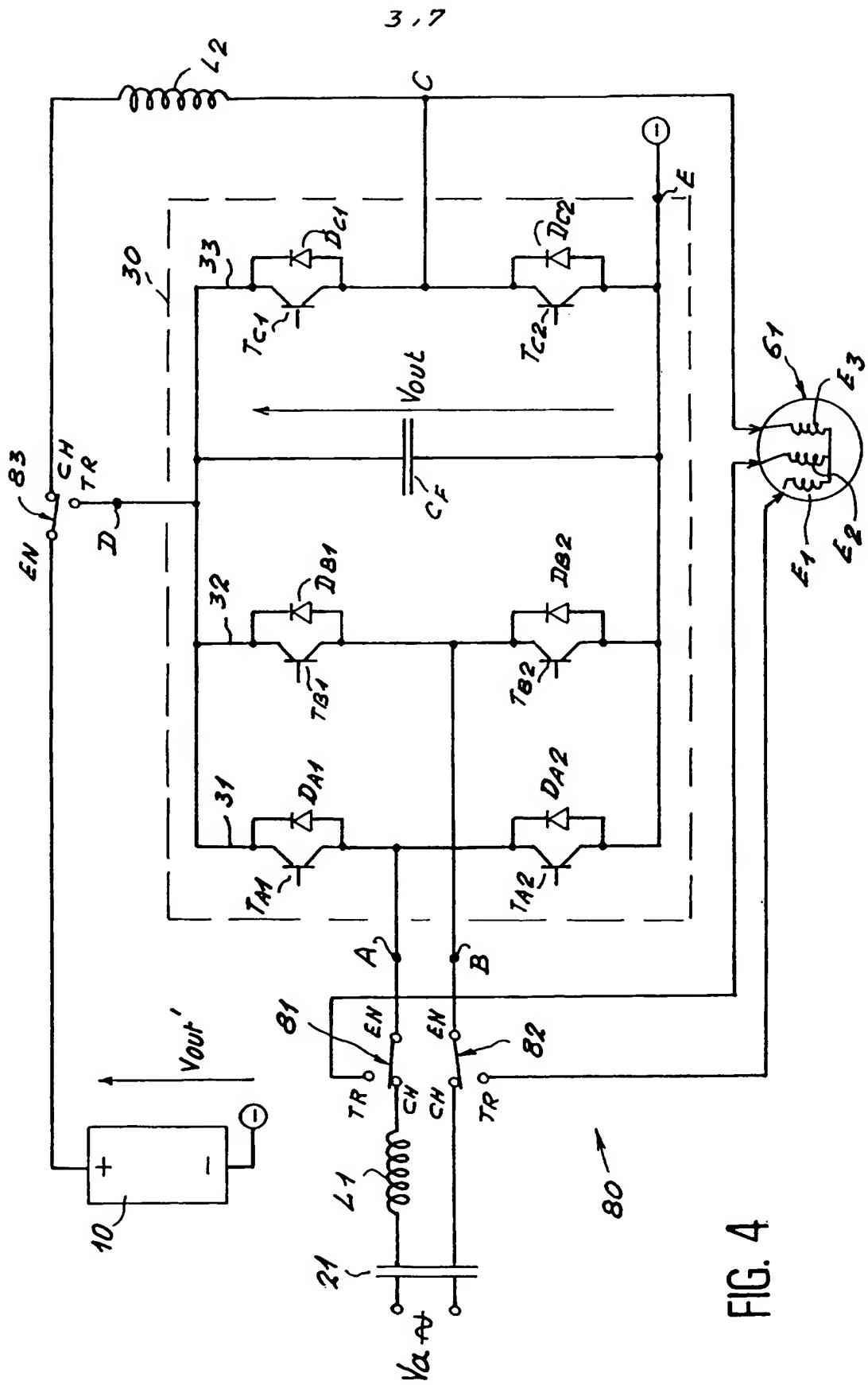


FIG. 4

4.7

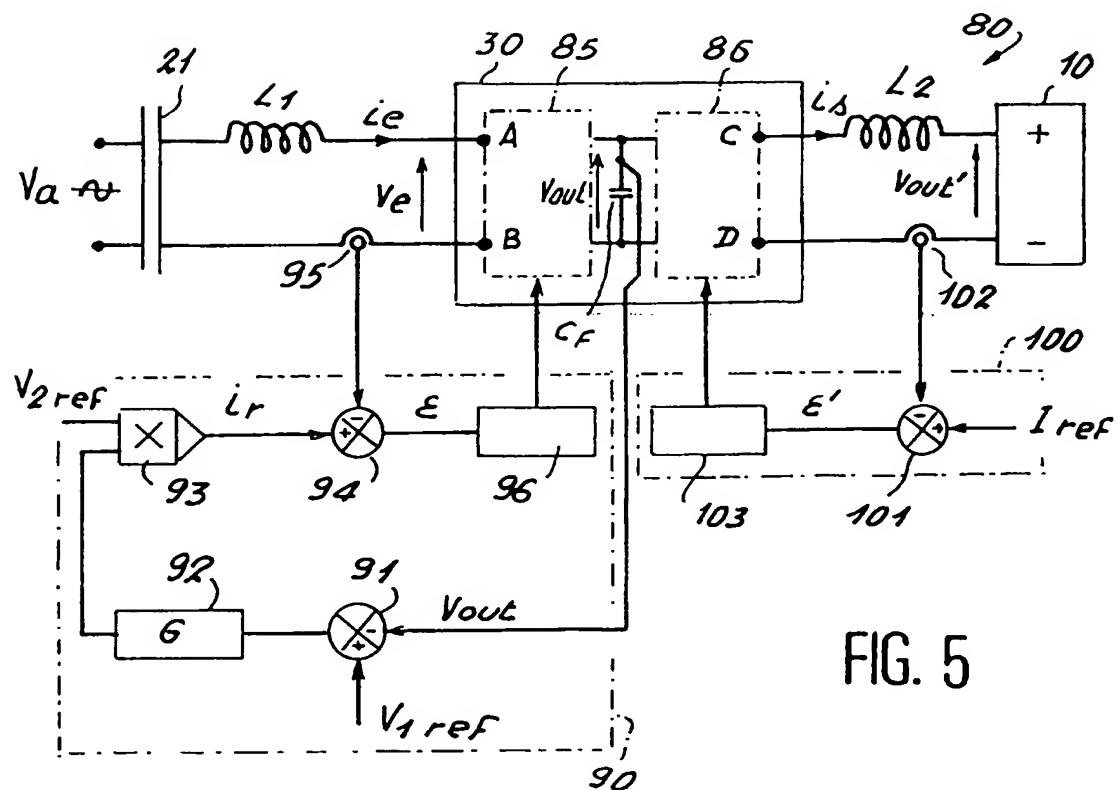


FIG. 5

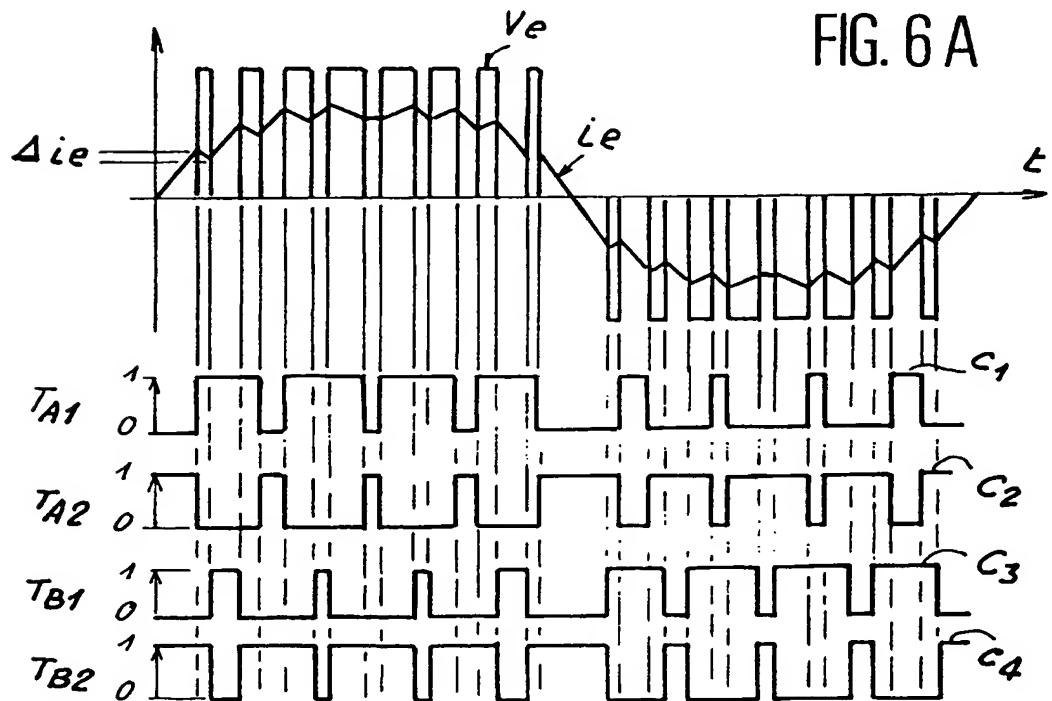


FIG. 6 A

5, 7

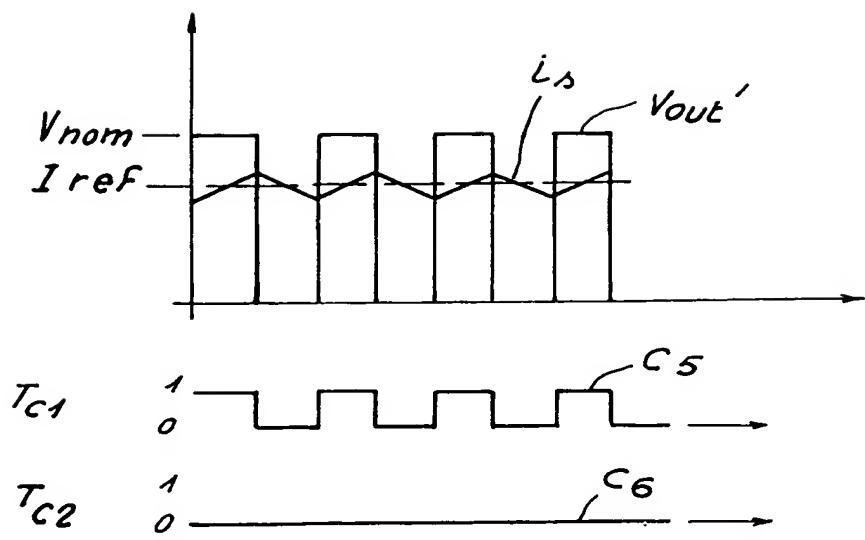


FIG. 6 B

6.7

FIG. 7

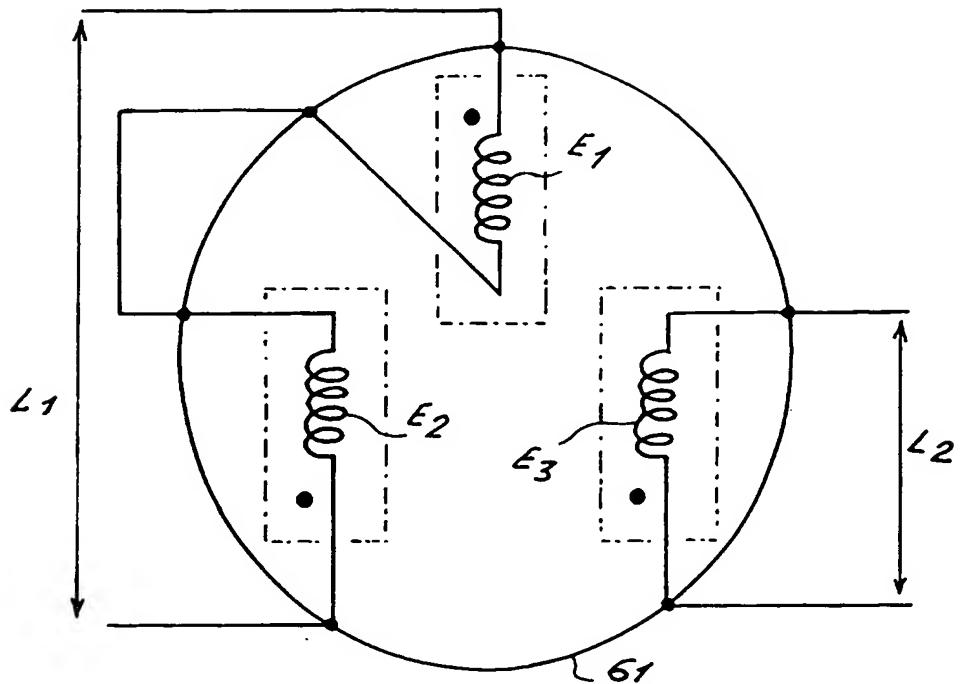
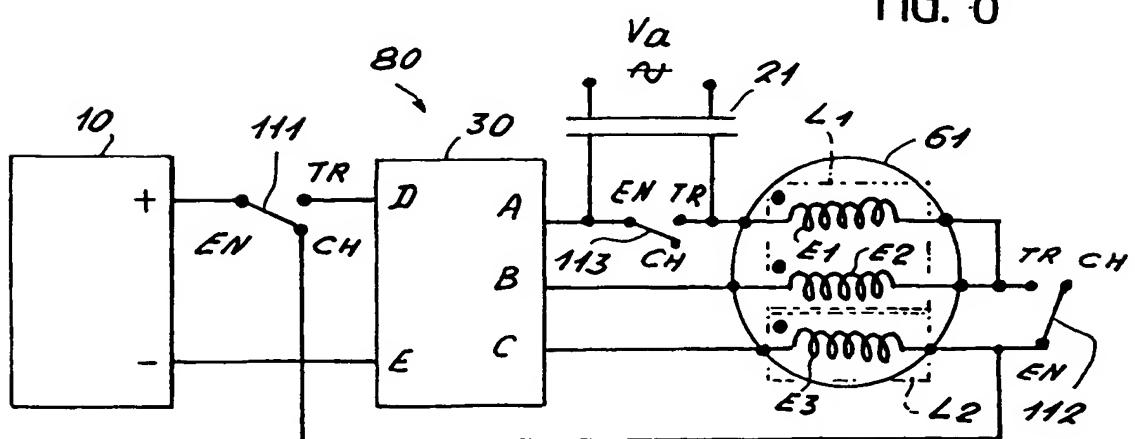


FIG. 8



7/7

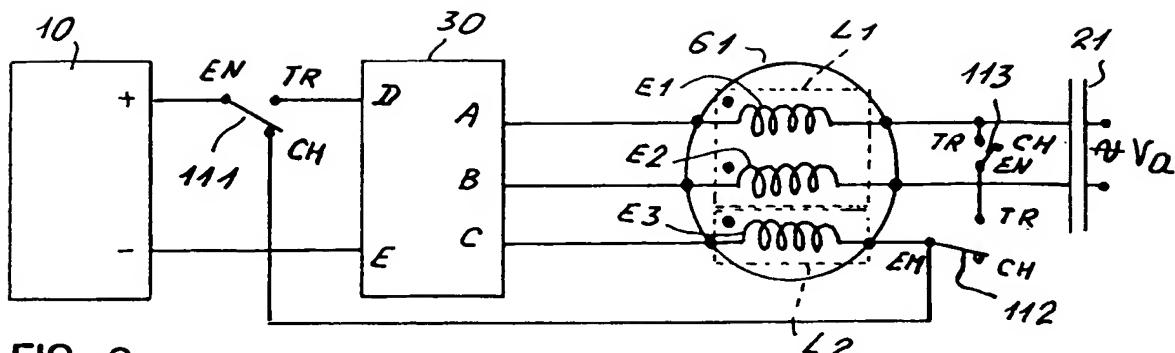


FIG. 9

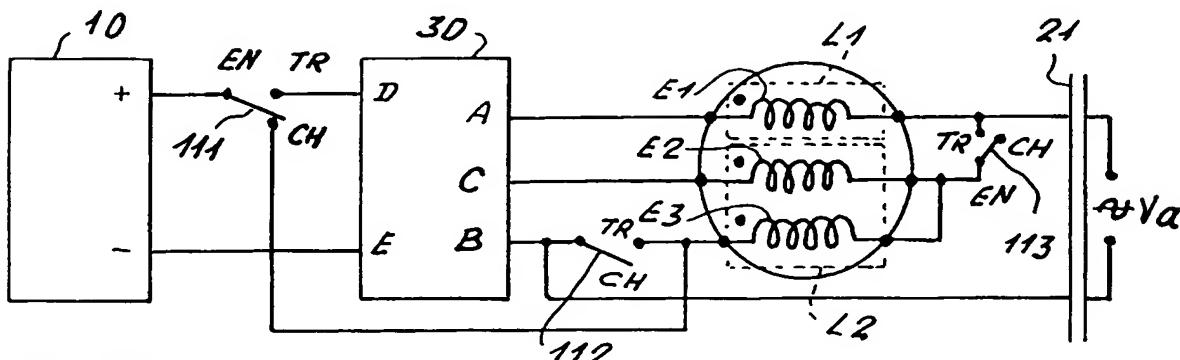


FIG. 10

FIG. 11 A

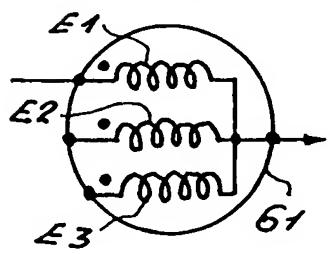


FIG. 11 B

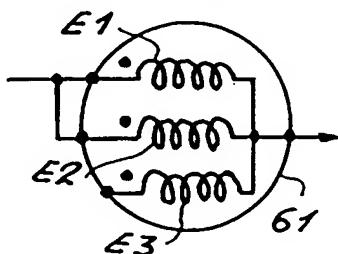


FIG. 11 C

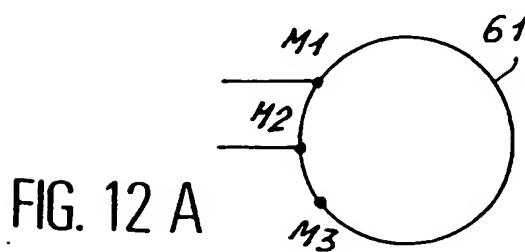
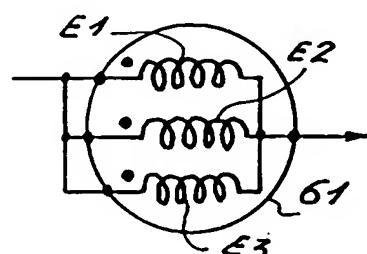


FIG. 12 A

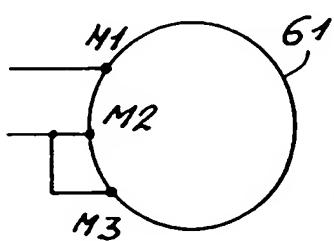


FIG. 12 B

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2738411

N° d'enregistrement
nationalFA 521644
FR 9510233

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	CONFERENCE RECORD OF THE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE, DENVER, OCT. 2 - 5, 1994, vol. 1, 2 Octobre 1994, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 448-452, XP000514788 LEE S J ET AL: "AN INTEGRAL BATTERY CHARGER FOR 4 WHEEL DRIVE ELECTRIC VEHICLE" * le document en entier * ---	1-10	
Y	DE-A-41 07 391 (ABB PATENT GMBH) 10 Septembre 1992 * abrégé *---	1-10	
Y	WO-A-93 01650 (SIEMENS AG) 21 Janvier 1993 * page 7 - page 9; figure 1 * ---	1-10	
X	US-A-4 920 475 (RIPPEL WALLY E) 24 Avril 1990 * le document en entier * ---	1,6	
X	EP-A-0 603 778 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 29 Juin 1994 * le document en entier * ---	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 553 824 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 4 Août 1993 * abrégé * -----	1-10	B60L
1			
		Data d'achèvement de la recherche	Examinateur
		8 Mai 1996	Moyle, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	